آزمون و ارزیابی دینامومتر اتصال سه نقطه(۱۰۸)

روزبه عباس زاده[۱] ، رضا علیمردانی[۲] ، علیرضا کیهانی[۳] ، مجتبی نادری بلداجی[۴]

چکیده

امروزه اندازه گیری نیروی کشش بین تراکتور و ادوات خاک ورزی دارای اهمیت به سزایی می باشد. با توجه به این موضوع، برای اولین بار در کشور یک دستگاه دینامومتر اتصال سه نقطه در سال ۱۳۸۲ در گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشکده مهندسی بیوسیستم دانشگاه تهران طراحی و ساخته شد. این دینامومتر از نوع شاسی دار الکترونیکی بوده و مناسب برای سیستم اتصال سه نقطه تراکتورهای گروه0 و I می باشد. با توجه به اینکه داده های گرفته شده از این وسیله ممکن است به عنوان پایه و اساس بسیاری از تصمیم گیری ها به کار رود، حصول اطمینان از عملکرد صحیح و صحت داده های آن ضروری می باشد. بنابراین در این تحقیق دینامومتر مذکور مورد آزمون و ارزیابی قرار گرفت. به منظور آزمون دینامومتر اتصال سه نقطه با چند نوع گاوآهن، یک قاب چند منظوره طراحی و ساخته شد. قابلیت اصلی این قاب امکان اتصال انواعی از گاوآهن های بشقابی، چیزل و زیرشکن به آن می باشد و اتصال گاوآهن برگرداندار تک خیشه بدون نیاز به قاب مذکور صورت پذیرفت. همچنین برای اندازه گیری، ثبت و پردازش اولیه نیروها، برنامه ای کامپیوتری برای دیتالاگر متصل به دینامومتر و لودسل، نوشته شد. در ضمن با توجه به ظرفیت دینامومتر، یک لودسل کششی پس از کالیبراسیون برای اندازه گیری نیروها به منظور مقایسه با داده های دینامومتر تهیه شد و در نهایت آزمون دینامومتر در مزرعه انجام شد. نتایج کلی ارزیابی طرح دینامومتر از لحاظ استحکام، حساسیت، جمع آوری و انتقال داده ها و... قابل قبول بودند. نتایج آزمون با گاوآهن های بشقابی و برگرداندار اختلاف معنی داری را بین نیروهای کششی اندازه گیری شده توسط لودسل و دینامومتر در سطح ۵٪ نشان نداد. داده های پنج آزمون دیگر با زیرشکن و گاوآهن چیزل مشخص کردند که اختلاف معنی داری در سطح ۱٪ بین داده های لودسل و دینامومتر وجود دارد. نتایج، اختلاف معنی داری را درسطح ۵٪ بین کل داده های لودسل ودینامومتر از سه گاوآهن برگرداندار، بشقابی و زیرشکن نشان نداد.

کلید واژه: دینامومتر اتصال سه نقطه، نیروی کششی، لودسل، آزمون، ارزیابی

۱- دانشجوی دکتری مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشکده مهندسی بیوسیستم دانشگاه تهران
۲- استاد گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشکده مهندسی بیوسیستم دانشگاه تهران
۳- دانشیار گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشکده مهندسی بیوسیستم دانشگاه تهران
۴- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشکده مهندسی بیوسیستم دانشگاه تهران

مقدمه

طبق تعریف مکانیزاسیون، استفاده از وسایل و ادوات مکانیکی و به عبارت کلی تر استفاده از فناوری روز در کشاورزی برای افزایش بهره وری با رعایت تمام جوانب می باشد [۱]. در این راستا برای اصلاح کیفی تولیدات و بالا بردن میزان محصول در رفع نیاز غذایی بشر و در ضمن پایین آوردن هزینه های تولید لازم است شناخت و آگاهی کافی از عملیات کشاورزی دراختیار باشد. با توجه به اینکه تراکتور و ماشین های کشاورزی سهم مهمی از هزینه تولید محصول را به خود اختصاص می دهند و با در نظر گرفتن جایگاه قابل ملاحظه آنها در عرصه تولیدات زراعی، تصمیمات مدیریتی در ارتباط با نحوه عملکرد تراکتورها در مزرعه می توانند در سود حاصل از کار زراعی موثر باشند. یکی از عواملی که می تواند در مدیریت ماشین های کشاورزی منجر به افزایش بهره وری و بازده اقتصادی شود، انتخاب و اتصال مناسب ماشین ها می باشد. برای تحقق این امر داشتن توانایی کشش تراکتورها و توان مورد نیاز ادوات لازم بوده و در نتیجه به دست آوردن نیروی ما بین تراکتور و ادوات از اهمیت بسزایی برخوردار می باشد. با داشتن این اطلاعات می توان توان کششی تراکتورها و توان مورد نیاز ادوات را مشخص کرد و به انتخاب صحیح ادوات و یا تعیین دقیق تراکتور مناسب اقدام نمود. همچنین اطلاعات مربوط به توان و نیروی ما بین تراکتورها و ادوات می تواند برای ارزیابی انواع ماشین های کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد. دینامومترهای مالبندی و اتصال سه نقطه وسایلی هستند که می توانند نیازهای ذکر شده را برآورده نمایند. به طور کلی دینامومترها نوعی ابزار اندازه گیری هستند که می توان نیروها را توسط آنها اندازه گرفت و در نتیجه توان را تعیین نمود [۲].

ادوات به دو روش به تراکتور وصل می‌شوند، ادوات کشیدنی از طریق مالبند و ادوات سوار و نیمه سوار از طریق اتصال سه نقطه. لذا برای ادوات کشیدنی از دینامومتر مالبندی و برای ادوات سوار و نیمه سوار از دینامومتر اتصال سه نقطه استفاده می‌شود. دینامومترها بر اساس انرژی وارده به دوگروه مدهٔ جذبی و انتقالی تقسیم می شوند. دینامومترهای مالبندی و اتصال سه نقطه از نوع انتقالی هستند. دینامومترهای ادوات سوار به دو گروه عمده تقسیم می‌شوند [۳]. گروه اول انواع شاسی دار[۱] و گروه دوم بدون شاسی[۲] هستند. گروه اول دارای شاسی جداگانه می‌باشند که بین تراکتور و ادوات قرار می‌گیرد و مبدل های نیرو روی آن (شاسی) نصب می‌شوند. گروه دوم فاقد شاسی مجزا هستند و بازوهای تراکتور به عنوان بازوهای دینامومتر به کار رفته‌اند و مبدل های نیرو روی این بازوها جاسازی ش ه اند.

گادوین[۳] در سال ۱۹۷۵ طرحی مبدلی ساخته شده از رینگ هشت وجهی ارایه داد که علاوه بر اندازه گیری نیروها در سه جهت اصلی، گشتاور را نیز در مرکز رینگ مبدل اندازه می گرفت [۴].

جانسون و ورهیس[۴] در سال ۱۹۷۹ دینامومتری را طراحی کردند که قادر به اندازه گیری نیروهای افقی ، عمودی و گشتاور اعمال شده در صفحه طولی قائم به صورت مستقل از هم بود. در طرح آنها، مبدل شامل یک لوله آلومینیومی می باشد که نیرو را از تراکتور به ادوات منتقل نموده و تحت پیچش و خمش عمل می‌کند. عمل انتقال نیرو توسط فلانجهایی صو ت می‌گیرد که روی این لوله نصب شده‌اند. سه عدد پل وتسون واقع بر روی لوله، نیروهای عمودی، افقی و گشتاورهای اعمال شده را اندازه می گیرند. این سیستم به ثبات سه کاناله نیاز دارد. جرم دینامومتر حدود ۲۳۰ کیلوگرم است و نقاط اتصال ادوات را حدود ۳۱۰ میلی متر به سمت عقب جابجا می کند [۵].

پالمر[۵] در سال ۱۹۹۲ دینامومتری ساخت که قادر به تجزیه نیروها و گشتاورهای ما بین تراکتور و ادوات به سه مولفه است و قابل نصب روی تراکتورهای گروه I و II می باشد. طرف اتصال به ادوات به شکل کوپلر اتصال سریع مطابق استاندارد ASAE است. شاسی از دو قسمت به شکل U معکوس تشکیل شده است که شش نیروسنج روی آن قرار گرفته است. ظرفیت نیروسنج ها به ۵۰ کیلونیوتن می رسد. جرم دینامومتر حدود ۳۵۰ کیلوگرم است که به علت سنگینی در تراکتورهای کوچک و ادوات سبک غیر قابل استفاده است. این دینامومتر نقطه اتصال ادوات را ۱۷۳ میلی متر، عقب تر می برد که این مقدار کمی از استانداردهای ASAE بیشتر است [۶].

---

۵ - Frame type
۶ - Link type
۸ - Godwin
۹ - Johnson and Voorhees
۱۰- A.L.Palmer

وایس و ایچهورن[۱] در سال ۱۹۹۷ دینامومتری ساختند که دارای دو شاسی مثلثی شکل بود. شش نیروسنج به گونه ای روی آن تعبیه شد که قادر است کلیه نیروها و گشتاورهای اعمال شده در سه جهت را اندازه گیری کند. همچنین همانند دینامومترهایی که شاسی آنها به شکل U معکوس است، در این طرح مانعی بـ ای محور توان دهی ایجاد نمی شود [۷].

در سال ۲۰۰۱ در دانشگاه جردن دینامومتری توسط الجلیل و همکاران[۲] ساخته شد که از سه بازوی کشویی به شکل T معکوس تشکیل شده است. این آرایش اجازه تنظیم عرضی و قائم جهت تناسب با محدودهٔ گسترده ای از ابعاد اتصال سه نقطه را به دینامومتر می دهد. این کار از طریق تیر کشویی عرضی برای تغییر عرضی و تیر کشویی عمودی برای تغییر ارتفاع به راحتی انجام می شود. بازو های لغزشی همچنین اتصال ادوات به دینامومتر را بدون نیاز به کوپلر اتصال سریع آسان می کنند. در انتهای هربازو، یک تیر طره دار به شکل U وارونه قرار دارد. برای اندازه گیری کشش افقی، دو کرنش سنج روی هر بازو قرار دارد. شش کرنش سنج با دو کرنش سنج غیر فعال روی پل وتسون قـ ر می گیرند و فقط نیروی افقی اندازه گیری می شود. ابعاد ساختمان دینامومتر طوری انتخاب شده که متناسب با سیستم اتصال تراکتورهای گروه I و II با ظرفیت ۳۵ کیلونیوتن نیروی کشش افقی باشد [۸].

خیرا... و همکارانش[۳] در سال ۲۰۰۳ دینامومتری را ساختند که دارای یک شاسی به شکل U وارونه است. این دینامومتر قـ در به اندازه گیری نیروهای افقی و عمودی موجود در اتصال سه نقطه تراکتورهای طبقه I و II می باشد. اندازه گیری نیرو ها توسط سه مبدل رینگی هشت وجهی صورت می گیرد. این مبدل ها بین شاسی و تسمه های قلاب شکل قرار می گیرند. آزمون های مزرعه ای دینامومتر با بستن آن به تراکتور و یک گاوآهن بشقابی انجام پذیرفت و بدون مقایسه داده ها با نتایج دیگر، تنها رضایتبخش بودن سیستم (استحکام، حساسیت، جمع آوری و انتقال داده ها و ...) مورد بررسی قرار گرفت[۹].

اهداف اصلی این تحقیق آزمون و ارزیابی دینامومتر اتصال سه نقطه ساخته شده در گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشکده مهندسی بیوسیستم دانشگاه تهران می باشد که شامل موارد زیر است:

۱- تهیه مقدمات لازم برای استفاده از دینامومتر نظیر ساخت قاب چندمنظوره وبرنامه نویسی دیتالاگر

۲- ارزیابی طرح دینامومتر

۳- اندازه گیری نیروی کششی مورد نیاز چهار نوع گاوآهن مختلف در شرایط آزمون توسط دینامومتراتصال سه نقطه و لودسل و مقایسه آنها

مواد و روش ها

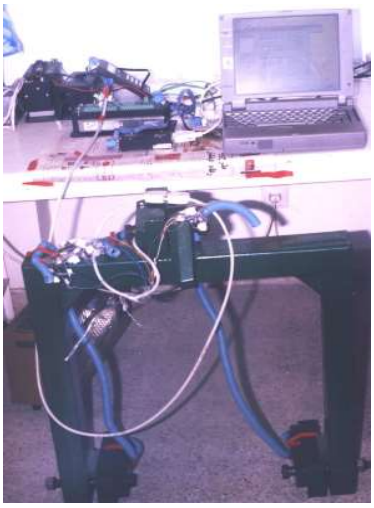
معرفی دینامومتر اتصال سه نقطه مورد ارزیابی

دینامومتر مورد ارزیابی در این تحقیق یک دینامومتر اتصال سه نقطه الکترونیکی شاسی دار متناسب با سیستم اتصال تراکتورهای گروه 0 وI می باشد. شاسی آن به شکل U وارونه است که بعد از نصب عضو های رابط به همراه مبدل ها، ما بین تراکتور و ادوات به عنوان واسطی قرار می گیرد و نیروهای افقی و عمودی را در محل اتصال سه نقطه اندازه‌گیری نموده و نشان می دهد. سه عدد مبدل نیرو که به شکل تیر یک سر گیردار با مقطع دایره‌ای هستند از طریق رابط ها به شاسی دینامومتر بسته شده‌اند و بازوهای اتصال تراکتور به این مبدل ها وصل می‌شوند شکل ۱ دینامومتر و سیستم تحصیل داده ها را نشان می دهد.

قبل از استفاده از دینامومتر، مبدل های آن به طور دقیق کالیبره شدند که برای تمامی مبدل ها منحنی حساسیت کاملاً خطی بوده و ضریب تبیین بزرگتر از ۰/۹۹ بوده و از پس ماند ناچیز برخوردار هستند. وزن کل دینامومتر ۴۹ کیلوگرم است و قابلیت ثبت و نمایش شوک ها را نیز دارد. داشتن ویژگی های مذکور امکان استفاده از آن را در مخزن خاک نیز فراهم می کند.

---

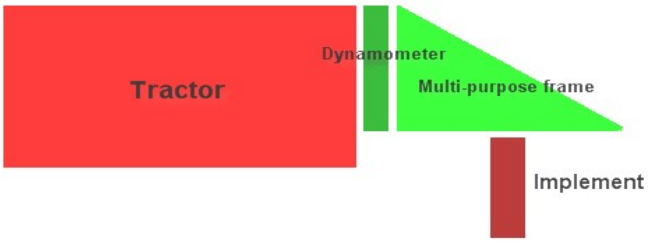
۱ - Weise and Eichhorn
۲ - Al-Jalil et al.
۳- Kheiralla, et al.



شکل۱- مجموعه دینامومتر (پایین) و سیستم جمع آوری داده (بالا)

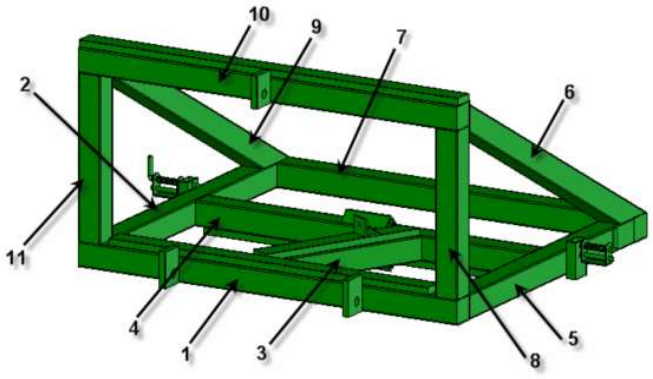
طراحی و ساخت قاب برای اتصال انواع گاوآهن

با توجه به اینکه اتصال سه نقطه اکثرادوات خاک ورز موجود دارای ابعاد یکسان و متناسب با استاندارد های مربوط به سیستم های اتصال سه نقطه تراکتورها نیستند، برای اتصال ادوات مختلف به دینامومتر وجود یک وسیله رابط ضروری به نظر می رسید. بدین منظور یک قاب چند منظوره با قابلیت سوار کردن خیش چند نوع گاوآهن طراحی و ساخته شد. درشکل ۲ موقعیت قاب درکنار سایر قسمت های سیستم نشان داده می شود.



شکل۲- موقعیت قاب در کنار سایر قسمتهای سیستم

ساختار اصلی این قاب متشکل از پروفیلهای چهارگوش تو خالی فولادی می باشد که در شکل ۳ نشان داده شده است.

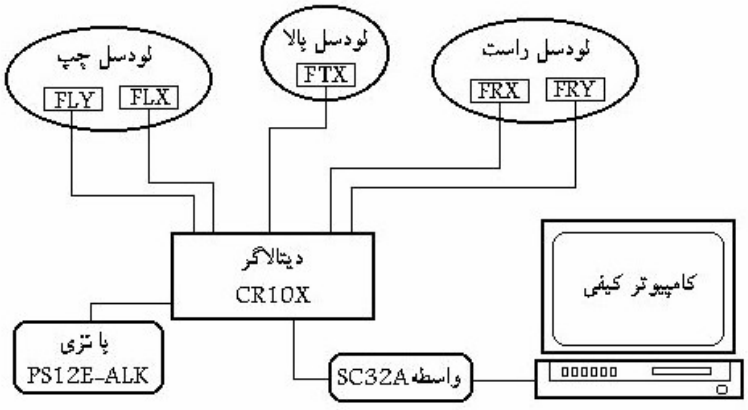


شکل۳- قاب چند منظوره با قابلیت سوار کردن چندنوع گاوآهن

بر روی پروفیل های ۱ و ۱۰ سه فیل گوش به منظور اتصال قاب به دینامومتر تعبیه شد که توسط پیچ و مهره به دینامومتر متصل می شوند. امکان اتصال چرخ های تثبیت عمق در دو طرف قاب یعنی پروفیل های ۲ و ۵ در نظر گرفته شده است. پروفیل ۳ محل قرارگیری خیش گاوآهن بشقابی می باشد و با توجه به اینکه زاویه افقی برای بشقابها ۴۲ تا ۴۷ درجه می باشد. این پروفیل نیز طوری قرار گرفته است که زاویه مطلوب برای بشقاب به دست می آید. یک نبشی کوچک برای جلوگیری از حرکت رو به عقب گاوآهن در هنگام کار بر روی پروفیل جوش داده شده است و یک سوراخ نیز بر روی این نبشی ایجاد شده است تا در مواقع لزوم با استفاده از پیچ و مهره و چند صفحه سوراخدار بتوان محل قرارگیری خیش را تنظیم نمود. پروفیل ۴ محل سوار شدن ادواتی همچون زیر شکن و گاوآهن چیزل می باشد.

سیستم تحصیل داده

سیستم تحصیل داده متشکل از یک دیتالاگر قابل برنامه ریزی مدل (CR10X، ساخت شرکت Campbellامریکا)، واسط[۱] SC32A RS-232 و کامپیوتر قابل حمل (نوت بوک) می باشد که نرم افزار کنترلی دیتالاگر[۲] روی آن نصب می شود. دیتالاگر مذکور دارای کانال های مختلف برای ثبت داده ها می باشد و قابلیت برنامه ریزی آن این امکان را فراهم می کند که روابط کالیبراسیون در آن وارد شود و عملیات ریاضی مورد لزوم مستقیماً روی داده ها انجام گیرد. شکل ۴ طرحواره سیستم تحصیل داده وارتباط بین آنها را نشان می دهد.



شکل ۴- طرحواره سیستم تحصیل داده

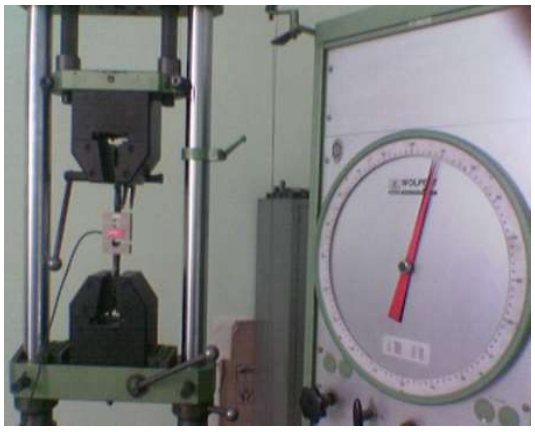
۱٤ - Interface

۱۵ - PC208W LOGGER SUPPORT S/W FOR WINDOWS

با استفاده از نرم افزار (PC 208 W 3.3) برنامه جهت داده برداری نوشته شد. با ارسال این برنامه به دیتالاگر و اجرای آن، عملیات داده برداری انجام می شود. ساختار برنامه از تعدادی دستورالعمل[۱] از جمله دستورالعملP6 برای هر پل وتسون و تبدیل خروجی مبدل ها به نیرو بر حسب کیلو نیوتن، دستورالعمل های عملیات ریاضی جهت جمع کردن نیروها و همچنین دستورالعمل هایی جهت گرفتن میانگین، ماکزیمم و مینیمم تشکیل شده است. برنامه با توجه به مدار اتصال پل های وتسون به کانال های دیتالاگر نوشته شده است.

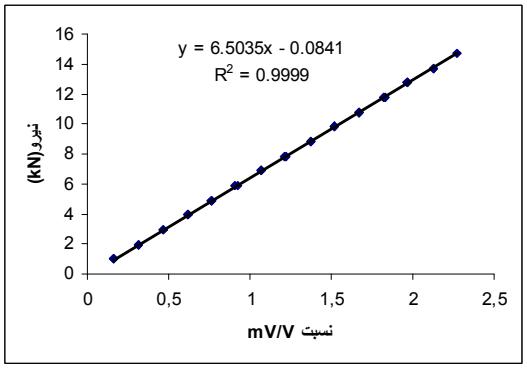
انتخاب و کالیبراسیون لودسل

برای ارزیابی دینامومتر و تعیین میزان صحت داده های آن از یک لودسل کششی استفاده شد. با در نظر گرفتن شرایط آزمون و نحوه قرارگیری لودسل در بین دو تراکتور، برای انجام آزمون یک لودسل تیری S شکل، مناسب تشخیص داده شد و با توجه به ظرفیت مبدل های دینامومتر (ظرفیت هرکدام از مبدل های بازوهای پایینی ۶/۷۵ کیلونیوتن و مبدل بازوی وسط ۴/۵ کیلونیوتن است)، ظرفیت لودسل برابر با ۲ تن (۲۰kN) انتخاب شد. به منظور کالیبراسیون لودسل از دستگاه کشش Amesler (ساخت سوییس، مدل Type10z1032) استفاده شد که در شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل ۵- کالیبراسیون لودسل بااستفاده از دستگاه آزمون کشش

در حین کالیبراسیون، با اعمال بار در فواصل ۱۰۰ کیلوگرم، مقدار ولتاژ قرائت و یادداشت گردید و این کار تا اعمال بار ۱۵۰۰ کیلوگرم ادامه داده شد. در مرحله بعد بار با همان فاصله ۱۰۰ کیلوگرم برداشته شد و در نهایت با استفاده از داده های به دست آمده ضریب کالیبراسیون لودسل به دست آمد. درشکل ۶ نمودار نتایج کالیبره کردن لودسل نشان داده شده است.



شکل ۶- نمودار نتایج کالیبره کردن لودسل

آزمون مزرعه ای

۱۶- Instruction

به منظور انجام آزمون مزرعه ای و ارزیابی دینامومتر اتصال سه نقطه، مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران – کرج انتخاب شد. در این تحقیق طرح آزمایش مزرعه براساس طرح مقایسه میانگین ها[۱] می باشد و بدین منظور نیروی کششی چهار نوع گاوآهن مختلف که توسط لودسل و دینامومتر اتصال سه نقطه مورد ارزیابی، اندازه گیری شده مقایسه می شوند. بافت خاک این مزرعه لومی– رسی بوده و شیب زمینی که در آن آزمون انجام گرفت تقریباً ۳ درصد می باشد. برای انجام آزمون از یک تراکتور جان دیر ۳۱۴۰ و یک تراکتور میتسوبیشی MT250D استفاده شد.

در ابتدا دینامومتر به اتصال سه نقطه تراکتور میتسوبیشی بسته و سپس قاب چند منظوره به دینامومتر وصل شد. خیش های گاوآهن های بشقابی، زیرشکن و چیزل به ترتیب و به طور جداگانه به قاب متصل شدند. در گاوآهن برگرداندار تک خیشه، اندازه های اتصال سه نقطه این گاوآهن مطابق با اندازه های دینامومتر اتصال سه نقطه بودند و در نتیجه بدون نیاز به استفاده از قاب رابط، گاوآهن برگرداندار به دینامومتر متصل گردید. لودسل نیز توسط زنجیرهایی از یک طرف به مالبند تراکتور جلویی و از طرف دیگر به جلوی تراکتور حامل دینامومتر بسته شد و ارتفاع نصب آن طوری تنظیم شد که زاویه آن در حین کشش افقی بود (شکل ۷). سپس مجموعه به حرکت در آمده و بعد از اینکه گاوآهن به مقدار کافی در خاک فرو رفت تراکتور مقداری به جلو رانده شده و سپس متوقف می گردید. در این حالت زاویه بازوی وسط اتصال سه نقطه با افق اندازه گیری شد و مقدار آن برای محاسبه نیروی عمودی در اتصال وسط، در برنامه دیتالاگر وارد شد. سپس بعد از اطمینان از تراز بودن گاوآهن، مجدداً تراکتور به حرکت در آمده و داده برداری انجام شد. این کار دو بار با گاوآهن های مختلف تکرار شد. دلیل اصلی عدم انجام تکرارهای بیشتر طول مناسب کرت های مورد آزمایش (۴۰ متر) و داده های زیاد جمع آوری شده و همچنین یکسان بودن خاک محل آزمون بود. برای هر گاوآهن مسافتی نیز بدون بار طی می شد یعنی حالتی که گاوآهن متصل به تراکتور ولی خارج از خاک قرار داشت. این کار به منظور به دست آوردن مقاومت غلتشی انجام می شد تا بعداً از نیروی اندازه گیری شده توسط لودسل کم شود. با توجه به در اختیار نداشتن حسگر راداری و امکان سرش یا لغزش چرخهای دو تراکتور، نصب مبدل های نوری یا بارگیرهای مغناطیسی بر روی آنها می توانست موجب خطا در اندازه گیری سرعت با استفاده از این روش ها گردد. بنابراین سنجش سرعت بر اساس اندازه گیری زمان صرف شده برای طی کردن یک مسافت مشخص توسط تراکتور، انجام گرفت. مسافت مشخص در این آزمون برابر ۴۰ متر بود و در نهایت باگرفتن میانگین از سرعت های اندازه گیری شده، سرعت متوسط مزرعه ای برابر ۱/۶۴ کیلومتربرساعت به دست آمد. در ضمن میانگین عمق کار هریک از گاوآهن های بشقابی، زیرشکن، چیزل و برگرداندار در هنگام آزمون به ترتیب تقریباً برابر با ۲۰، ۳۵، ۲۷ و ۲۲ سانتی متر بود. به منظور اندازه گیری رطوبت خاک در زمان آزمون، از ۶ نقطه زمین نمونه هایی برداشته شد. میانگین رطوبت های به دست آمده برابر با ۱۲٪ بود.

شکل۷ – آزمون مزرعه ای دینامومتر اتصال سه نقطه

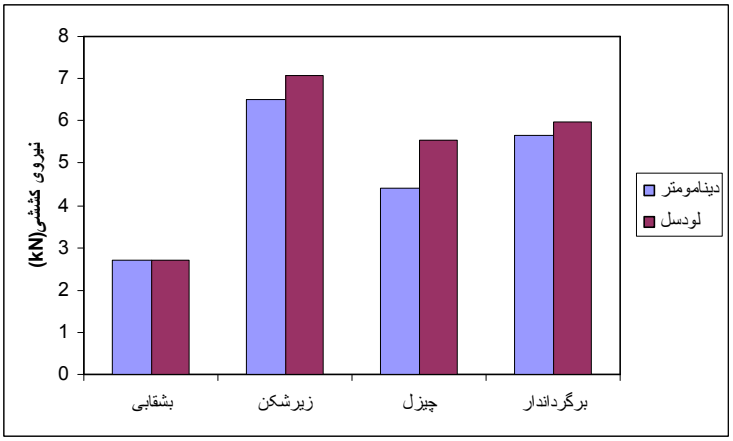
پس از انجام آزمون ها و انتقال داده ها به یک فایل قابل ویرایش با نرم افزار Excel، عملیات ریاضی لازم به منظور بدست آوردن نیروهای خالص اندازه گیری شده توسط لودسل ودینامومتر، انجام شد. سپس تعدادی از داده های ابتدا و انتها و مواردی که

۱۷- Paired comparison

دارای اختلاف قابل ملاحظه ای به دلیل خطاهای اندازه گیری با سایر داده های همان آزمایش بودند حذف گردیدند. درنهایت با استفاده از آزمون های آماری نسبت به مقایسه داده های لودسل و دینامومتر اقدام شد.

نتایج و بحث

در شکل ۸ مقادیر میانگین نیروهای کششی اندازه گیری شده توسط لودسل و دینامومتر اتصال سه نقطه نشان داده شده است. هریک از اعداد آورده شده در ستون های میانگین مجموع نیروهای افقی دینامومتر و میانگین لودسل می باشند. میانگین نیروهای اندازه گیری شده در یک بازه زمانی ۵ ثانیه می باشد و آزمون های آماری بر روی این دو گروه داده انجام شد. همان طور که مشاهده می شود بیشترین و کمترین نیروی کششی در آزمون ها به ترتیب مربوط به زیرشکن و گاوآهن بشقابی می باشد که این موضوع با توجه به گردش بشقاب گاوآهن بشقابی و کمک آن به پیشروی آسانتر خیش در خاک و برخورد زیرشکن با لایه های زیرین و سختتر خاک و همچنین عمق کار این دو وسیله منطقی به نظر می رسد.



شکل ۸- نمودار ستونی مقادیر میانگین نیروهای کششی اندازه گیری شده توسط لودسل و دینامومتر

برای مقایسه آماری نیروی کششی اندازه گیری شده توسط لودسل و دینامومتر اتصال سه نقطه از آزمون t استفاده شد. بدین منظور در ابتدا از آزمون F برای تعیین یکنواختی واریانس ها استفاده شد. جدول ۱ نتیجه آزمون F و t را برای گاو آهن بشقابی نشان می دهد که در سطح احتمال ۵٪ ، اختلاف معنی داری بین واریانس های نیروی کششی دو گروه وجود ندارد، لذا از آزمون t براساس یکنواختی واریانس ها استفاده شد. نتایج نشان می دهد که اختلاف معنی داری بین نیروی کششی اندازه گیری شده توسط لودسل و دینامومتر اتصال سه نقطه در سطح احتمال ۵٪ در مورد گاو آهن بشقابی وجود ندارد.

جدول ۱ – نتایج مون F و t برای گاوآهن بشقابی

پارامتر	مورد	لودسل	دینامومتر
مقاومت کششی	میانگین	۲/۷۲	۲/۷۱
	واریانس	۰/۱۳۸	۰/۱۲۴
	آزمونF	F=۰/۹۰۲	prob=۰/۴۰۷
	آزمونt	t= -۰/۰۱۶	prob=۰/۴۹۴

در مورد زیرشکن با استفاده از نتایج جدول ۲ در آزمون F، یکسان بودن واریانس ها تایید شد. لذا از آزمون t براساس یکنواختی واریانس ها استفاده شد و مشخص است در سطح ۱٪ اختلاف معنی داری بین نیروی کششی اندازه گیری شده توسط

لودسل و دینامومتر اتصال سه نقطه در مورد زیرشکن وجود دارد. توجیهی که می توان برای این اختلاف ارایه داد چرخش شاخه زیرشکن حول محل اتصال آن به قاب و در صفحه حرکت زیرشکن، می باشد. این پدیده می تواند باعث چرخش قاب متصل به دینامومتر و اعمال نیروهای اضافی(در خلاف جهت نیروی کشش) به مبدل های دینامومتر و در نتیجه ایجاد خطا در داده های آن گردد. در حالی که این موضوع تاثیری بر روی داده های لودسل نمی گذارد. یکی از دلایل عدم وقوع این مسأله در زمان آزمون با گاوآهن بشقابی می تواند وزن زیاد این گاوآهن در مقایسه با گاوآهن چیزل و زیرشکن باشد.

جدول ۲ – نتایج آزمون F و t برای زیرشکن

پارامتر	مورد	لودسل	دینامومتر
مقاومت کششی	میانگین	۷/۰۸	۶/۵
	واریانس	۰/۱۲۱	۰/۰۷۰
	آزمون F	F=۰/۵۷۷	prob=۰/۱۳۴
	آزمون t	t= -۵ /۶۶	prob=۱/ ۲E-۶

در مورد گاوآهن چیزل با استفاده از نتایج جدول ۳ در آزمون F، یکسان بودن واریانس ها تایید شد. لذا از آزمون t براساس یکنواختی واریانس ها استفاده شد و از جدول مشخص است اختلاف معنی داری بین نیروی کششی اندازه گیری شده توسط لودسل و دینامومتر اتصال سه نقطه در سطح احتمال ۱٪ در مورد چیزل وجود دارد. می توان همان توجیه ارایه شده برای زیرشکن را دراینجا نیز مدنظر قرار داد.

جدول ۳– نتایج زمون F و t برای گاوآهن چیزل

پارامتر	مورد	لودسل	دینامومتر
مقاومت کششی	میانگین	۵/۵۶	۴/۴۱
	واریانس	۰/۱۶۳	۰/۱۲۸
	آزمون F	۰/۷۸۵	prob=۰/۲۶۶
	آزمونt	t= -۱۱/۲۳	prob=۴/۸۳ E- ۱۶

در مورد گاوآهن برگرداندار با استفاده از نتایج جدول ۴ در آزمون F، یکسان بودن واریانس ها تایید شد. لذا از آزمون t براساس یکنواختی واریانس ها استفاده شد و مشخص است که اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵٪ بین نیروی کششی اندازه گیری شده توسط لودسل و دینامومتر اتصال سه نقطه در مورد گاوآهن برگرداندار وجود ندارد. شایان ذکر است به علت تراز نبودن لودسل در زمان آزمون، برای نیروی کششی گاوآهن برگرداندار که توسط لودسل اندازه گیری شده است از یک ضریب تصحیح استفاده شده است به طوری که نیروی کششی اندازه گیری شده در این عدد که تقریباً معادل کسینوس زاویه لودسل با افق می باشد ضرب شد و به علت کوچک بودن این زاویه این عدد مساوی ۰/۹۹ فرض شد. علت انجام ندادن این کار برای سایر آزمون ها عدم تأثیرگذاری آن بر نتیجه گیری های حاصله بود.

جدول۴- نتایج آزمون F و t برای گاوآهن برگرد ندار

پارامتر	مورد	لودسل	دینامومتر
مقاومت کششی	میانگین	۵/۹	۵/۶۵
	واریانس	۰/۱۷	۰/۱۳
	آزمون F	F=۰/۷۷۷	prob=۰/۳۰۴
	آزمون t	t= -۱ /۹۸	prob=۰/۰۵۵۷

با در نظر گرفتن اختلاف قابل ملاحظه میانگین داده های لودسل و دینامومتر برای گاوآهن چیزل، بدون در نظر گرفتن این داده ها، سایر داده ها به طور کلی مورد مقایسه قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۵ آمده است.

جدول۵- نتایج آزمون F و t برای گاوآهن های برگرداندار، بشقابی وزیرشکن

پارامتر	مورد	لودسل	دینامومتر
مقاومت کششی	میانگین	۵/۰۷	۴/۸
	واریانس	۳/۸۰۶	۲/۹۲
	آزمون F	F=۰/۷۷	prob=۰/۱۶
	آزمون t	t=۰/۵۳۶	prob=۰/۴۱۳

این نتایج نیز نشان می دهد درسطح ۵٪ اختلاف معنی داری بین داده های لودسل و دینامومتر اتصال سه نقطه مورد ارزیابی برای سه گاو آهن مذکور وجود ندارد.

نتیجه گیری

۱- نتایج آزمون با گاوآهن برگردان دار و بشقابی نشان دادند که اختلاف معنی داری بین نیروی کششی اندازه گیری شده توسط لودسل ودینامومتر اتصال سه نقطه در سطح ۵٪ وجود ندارد.

۲- نتایج آزمون با زیرشکن و چیزل مشخص کردند که در سطح ۱٪ اختلاف معنی داری بین نیروی کششی اندازه گیری شده توسط لودسل ودینامومتر وجود دارد.

۳- نتایج آزمون با گاوآهن چیزل نشان دادند که در سطح ۱٪ اختلاف معنی داری بین نیروی کششی اندازه گیری شده توسط لودسل ودینامومتر اتصال سه نقطه وجود دارد.

۴- همچنین نتایج اختلاف معنی داری را در سطح ۵٪ بین کل داده های لودسل ودینامومتر از سه گاوآهن برگرداندار، بشقابی و زیرشکن نشان نمی دادند.

منابع و مأخذ

۱- ال اسی، م و همکاران. ۱۳۷۸. مبانی مکانیزاسیون کشاورزی. انتشارات حضرت معصومه سلام ا... علیها.

۲- عباس زاده، ر. ۱۳۸۵. آزمون و ارزیابی دینامومتر اتصال سه نقطه. پایان نامه کارشناسی ارشد. گروه مهندسی مکانیک ماشینهای کشاورزی. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تهران.

3- Chaplin, J.C., Jensene, F., Tabesch, A.M., and spruth, H. 1989. A three-point hitch dynamometer for tillage research in Morocco. Land and water use. Balkema, Rotterdom. pp.3073-3078

4- Godwin, R.J. 1975. An extended octagonal ring transducer for use in tillage studies. Journal of Agricultural Engineering Research. v(20): 347-352

5- Johnson, C.E. and Voorhees, W.B. 1979. A force dynamometer for three-point hitches. Transactions of the ASAE, v(22): 226-228, 232

6- Palmer, A. L 1992. Development of a three-piont linkage dynamometer for tillage research. Journal of Agricultural Engineering Research .v(52): 157-167

7- Weise, G. and Eichhorn, H. 1997. The application of Mohr-Coulomb soil mechanics to the design of winged shares. Journal of Agricultural Engineering Research. v(67): 235-247

8- AL-Jalil, H. F., Khdair, A., Mukahal, W. 2001. Design and performance of an adjustable Three-point hitch dynamometer. Soil & Tillage Research v(62): 153-156.

9- Kheiralla, A.F., Yahya, A., Zohadie, M. and Ishak, W. 2003. Design and development of a three-point auto hitch dynamometer for an agricultural tractor. AJSTD v(20): 271-288

Test and Evaluation of a Three-Point-Hitch Dynamometer

ABSTRACT

Nowadays measurement of draft force between tractor and implements is so important. Taking into account, this case, for the first time in our country in 2003 a three-point hitch dynamometer was designed and constructed in Mechanic of Agricultural Machinery department of Tehran University. This dynamometer is electronic, frame type and proportionate to tractor of category (0) and (I). Considering that data released from this instrument may be used as base of some decisions, assurance of proper performance of dynamometer and data correctness is necessary. Therefore, in this research the dynamometer was tested and evaluated. To test the dynamometer with different kinds of plow, a multipurpose frame was designed and manufactured. The main ability of this frame is to attach some kinds of chisel plow, disk plow and subsoiler. Moreover, single-bottom moldboard plow was attached without requirement to the frame. A computer program was written for datalogger to which the dynamometer and load cell were attached, in order to measure, record and process the forces initially. Considering the dynamometer capacity, a tensional load cell was selected and calibrated to measure force in comparison with dynamometer and finally field tests of dynamometer were conducted in research farm, faculty of agriculture, Tehran University. General results of evaluation of dynamometer design, with a view to stability, sensitivity, collection and transmission of data and etc. is acceptable. The results of tests for moldboard plow and disk plow showed no significant difference between draft forces measured by load cell and dynamometer in %5 level. The results of tests for chisel plow and subsoiler showed significant difference between data of load cell and dynamometer in %1 level. The results also showed that, there was no significant difference between total data of load cell and dynamometer from moldboard plow, disk plow and subsoiler in %5 level.

Keyword: Three-point hitch dynamometer, Draft force, Load cell.